

Особливості конструкції сонячних елементів $\text{ZnO/CdS/Cu}_2\text{ZnSnS}_4$, виготовлених методом спреї-піролізу

Голоднюк С. С.

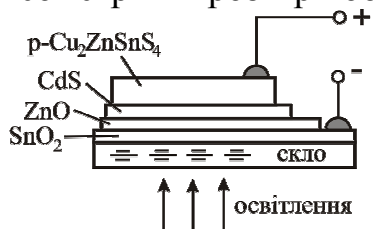
Науковий керівник: Орлецький І. Г., к.ф.-м.н., доц
Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича
м. Чернівці, вул.Коцюбинського, 2, тел.: (03722)4-69-79

Напівпровідникова четверна сполука $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ (CZTS), яка використовується для створення фотоперетворювачів, володіє р-типом і близьким до оптимального, для сонячних елементів, значенням ширини забороненої зони $\sim 1,5$ еВ. Даний матеріал має високий коефіцієнт поглинання ($>10^4 \text{ см}^{-1}$) у видимій області спектру випромінювання Сонця. Хімічні елементи з яких він синтезується нетоксичні і широко розповсюджені, що сприяє низькій вартості фотоперетворювачів. Ці фактори стали причиною великої уваги дослідників до CZTS як фотоактивного матеріалу для створення світлочутливих гетеропереходів. Для виготовлення структур на основі $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ найбільше використовується метод сульфуризації плівок металів Cu-Zn-Sn [1], проте застосування дешевого методу спреї-піролізу при формуванні гетероструктур $\text{ZnO/CdS/Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ може суттєво знизити вартість сонячних елементів.

Для виготовлення плівок $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ гетероструктур ZnO/CdS/CZTS використовувалися 0,1 М водні розчини хлориду міді $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, хлористого цинку ZnCl_2 , чотирьохлористого олова $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ і тіомочевини $(\text{NH}_2)_2\text{CS}$, які змішувалися перед пульверизацією у відповідних пропорціях для забезпечення необхідних електричних властивостей плівок: питомого електричного опору в межах $\rho = 1 \div 10 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ і р-типу провідності. Розпорошування розчину здійснювалося із швидкістю 5 мл/хв за допомогою стиснутого повітря на підкладки скла з попередньо вирощеним шаром провідного оксиду $\text{SnO}_2:\text{F}$, який відігравав роль контакту до фотоперетворювача. Найкраща структурна досконалість плівок і задовільні значення питомого електроопору отримувалися при температурі піролізу $T = 285^\circ\text{C}$. При цьому оптимальний компонентний склад розпорошуваного розчину містив надлишок солей міді і тіомочевини: $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} : \text{ZnCl}_2 : \text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} : (\text{NH}_2)_2\text{CS} = 2,1 : 1 : 1 : 3 \div 7$.

Конструкція сонячних елементів (рис.1) вибиралася при аналізі літературних даних про найефективніші фотоперетворювачі на основі $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$. [1] При цьому було враховано особливості проведення спреї-піролізу плівок $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$, CdS, ZnO і $\text{SnO}_2:\text{F}$. Для того щоб звести процеси деградації параметрів плівки $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$, які можуть спостерігатися при умовах нанесення CdS, ZnO і $\text{SnO}_2:\text{F}$, її виготовляли на останньому етапі формування структури.

Геометричні розміри областей в гетероструктурах (рис.1) складали:



загальна площа електричного переходу $S = 1,2 \text{ см}^2$; товщина плівок: $\text{SnO}_2:\text{F}$ – 0,15 мкм, ZnO ($\text{ZnO}:\text{In}$) – $0,10 \div 0,15$ мкм, CdS – $0,10 \div 0,15$ мкм, $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ – 0,5 мкм. Всі напівпровідникові компоненти гетерост-

Рис. 1 – Конструкції фотоперетворювачів ZnO/CdS/CZTS, виготовлених методом спреї-піролізу

руктури виготовлялися методом спреї-піролізу.

На основі літературних даних [2]

побудована і проаналізована енергетична діаграма гетероструктури ZnO/CdS/Cu₂ZnSnS₄ (рис. 2). Розрив зони провідності ΔE_C не перешкоджає розділенню носіїв заряду у сонячному елементі і його величина знаходиться в межах $0,1 \div 0,4$ еВ в залежності від умов одержання плівки Cu₂ZnSnS₄ [2].

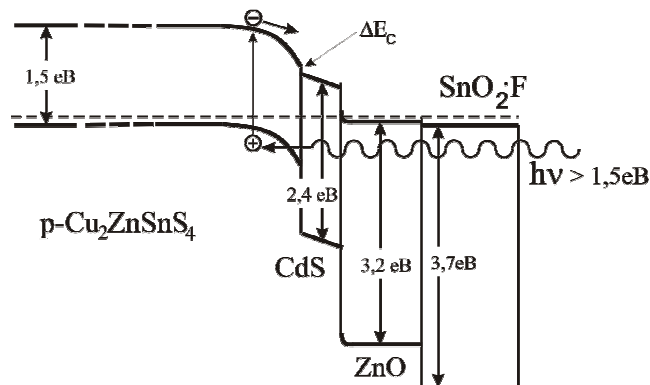


Рис.2 – Енергетична діаграма гетероструктури ZnO/CdS/Cu₂ZnSnS₄

Список літератури

1. Hossain M.I. Prospects of CZTS solar cells from the perspective of material properties? Fabrication methods and current research challenges // Chalcogenide Letters – **9** (6). – 2012. – PP.231 – 242.
2. Bao W., Ichimura M. First-principles study on influences of crystal structure and orientation on band offsets at the CdS/Cu₂ZnSnS₄ interface // International Journal of Photoenergy – **2012**. – 2012. – PP.1-5.